

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA



DETERMINAÇÃO DA COR POR DOIS MÉTODOS ESPECTROFOTOMÉTRICOS

Susana Beatriz Ferreira Dias

**Dissertação orientada pelo Professor Doutor Duarte Nuno da Silva
Marques**

**E co-orientada pelo Professor Doutor António Duarte Sola Pereira da
Mata**

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2016

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Doutor Duarte Marques agradeço por toda a ajuda, pelo seu imenso conhecimento, estímulo, rigor, motivação e frontalidade, que foram essenciais no desenvolvimento desta tese.

Ao Professor Doutor António Mata, não só pelo seu exemplo de dedicação, esforço e humildade, mas também pelo apoio e por me incutir sempre um espírito crítico e científico.

Aos investigadores e colaboradores do Grupo de Investigação de Biologia e Bioquímica Oral (GIBBO), Prof. João Silveira, Prof.^a Joana Marques, Dr. Ruben Trindade, Dr.^a Mariana Cruz, Dr. João Amaral, Dr.^a Marta Lopes, Dr. João Godinho, Dr. Ruben Pereira, Dr. David Braz, Dr.^a Catarina Cardoso, agradeço pela ajuda e entusiasmo ao longo destes dois anos, e pela amizade dentro e fora do laboratório.

Às minhas companheiras de bancada, Daniela Corado, Andreia Vieira, Rita Alves e Carlota Mendonça, pelo contributo, boa disposição e pelas aventuras incríveis que vivemos.

À melhor dupla, Maria João Falcão, mais do que minha dupla na clínica, foste a minha dupla nestes anos de faculdade.

Às “colegas” de casa, Inês Mendes, Alexandra Lucas e Mariana Falcão, pela amizade e histórias que vivemos.

À minha família, a quem dedico esta tese, pelo carinho, apoio e incentivo a cada momento. Aos meus pais, Dora Dias e José Dias, por me fazerem feliz todos os dias da minha vida. À minha irmã, Marisa Dias, que esteve sempre a meu lado e me ajuda a cada passo que eu dou. Ao meu irmão, Hugo Dias, por me incentivar e apoiar.

A todas as pessoas que contribuíram para esta minha jornada, um muito obrigado.

II

Determinação da cor por dois métodos espectrofotométricos
Susana Beatriz Ferreira Dias

ÍNDICE GERAL

| | |
|---|-----------|
| Resumo | V |
| Abstract | VI |
| I. Introdução..... | 1 |
| 1. Cor e parâmetros colorimétricos..... | 1 |
| 2. Color Space CIEL*a*b* | 2 |
| 3. Escalas de cor | 3 |
| 3.1.VITA Classical..... | 4 |
| 3.2.VITA 3D Master | 4 |
| 4. Sistemas | 4 |
| 4.1.VITA Easyshade | 5 |
| 4.2.Spectroshade Micro | 6 |
| 4.3.Espectrofotômetros como meios auxiliares de diagnóstico | 7 |
| II. Objetivos..... | 8 |
| III. Materiais e Métodos..... | 9 |
| 1. Procedimentos experimentais | 9 |
| 1.1. Calibração e manuseamento..... | 9 |
| 1.1.1. Spectroshade Micro..... | 9 |
| 1.1.2. VITA Easyshade | 10 |
| 1.2. Medição de cor..... | 11 |
| 1.3. Análise estatística..... | 12 |
| IV. Resultados..... | 12 |
| V. Discussão..... | 18 |
| VI. Conclusões..... | 21 |
| VII. Referências Bibliográficas | 22 |
| Anexos..... | 25 |
| Anexo I - Fotografias..... | 25 |

ÍNDICE DE TABELAS E DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Dimensões da cor segundo o Sistema de Munsell (adaptado de Sikri 2010)..... | 2 |
| Figura 2 - Coordenadas L*a*b* (adaptado de Joiner 2004)..... | 3 |
| Figura 3 - Escala VITA Classical ordenada valor (B1-C4)..... | 10 |
| Figura 4 - Escala VITA 3D Master com Bleached Shade Guide..... | 10 |
| Figura 5 – Exemplo de configuração experimental..... | 10 |
| Tabela I - Tipo de aparelho e respetivo fabricante..... | 9 |
| Tabela II - Concordância interoperador expressa em valores do fator kappa e respetivo ASE..... | 12 |
| Tabela III - Sensibilidade, especificidade, PPV e PNV do ES para cada guia de cor da escala VC | 12 |
| Tabela IV - Sensibilidade, especificidade, PPV e PNV do SS para cada guia de cor da escala VC | 13 |
| Tabela V - Sensibilidade, especificidade, PPV e PNV do ES para cada guia de cor da escala VM | 13 |
| Tabela VI - Sensibilidade, especificidade, PPV e PNV do SS para cada guia de cor da escala VM | 14 |
| Tabela VII - Total de medições corretas e incorretas de cada um dos aparelhos das duas escalas, VC e VM..... | 15 |
| Tabela VIII - Tabelas com total de verdadeiros positivos (a), falsos positivos (b), falsos negativos (c) e verdadeiros negativos (d), para o ES e SS em relação a cada uma das escalas, VC e VM..... | 15 |
| Tabela IX - Valores médios de sensibilidade, especificidade, PPV, PNV e concordância pelo fator <i>kappa</i> do ES e SS para as escalas VC e VM..... | 16 |
| Tabela X - Concordância pelo fator <i>kappa</i> entre ES e SS para as escalas VC e VM..... | 16 |
| Tabela XI - Especificação da área sob a curva das curvas ROC de cada aparelho (ES e SS) para a escala VITA Classical (VC)..... | 16 |
| Tabela XII - Especificação da área sob a curva das curvas ROC de cada aparelho (ES e SS) para a escala VITA 3D Master (VM)..... | 17 |
| Tabela XIII - Diferença de área da curva de ROC entre o ES e SS para as escalas VITA Classical (VC) e VITA 3D Master..... | 17 |
| Gráfico 1 - Curvas ROC da relação entre sensibilidade e especificidade do ES para a escala VITA Classical (VC)..... | 16 |
| Gráfico 2 - Curvas ROC da relação entre sensibilidade e especificidade do SS para a escala VITA Classical (VC)..... | 16 |
| Gráfico 3 - Curvas ROC da relação entre sensibilidade e especificidade do ES para a escala VITA 3D Master (VM)..... | 17 |
| Gráfico 4 - Curvas ROC da relação entre sensibilidade e especificidade do ES e SS para a escala VITA 3D Master (VM)..... | 17 |

ABREVIATURAS

| | | | |
|------------|-----------------------------------|------------|--------------------------|
| ASE | Erro padronizado assintótico | VC | Escala VITA Classical |
| ES | VITA Easyshade | VM | Escala VITA 3D Master |
| ROC | Receiver operating characteristic | VPN | Valor preditivo negativo |
| SS | Spectroshade Micro | VPP | Valor preditivo positivo |

RESUMO

Objetivos: O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar e comparar a exatidão e precisão de dois instrumentos de determinação de cor em duas escalas de cor dentárias.

Materiais e Métodos: Foram testados dois instrumentos de determinação de cor: Spectroshade Micro (SS) e VITA Easyshade (ES). Mediu-se a cor das guias de duas escalas de cores, VITA Classical (VC) e VITA 3D-Master (VM). Cada guia de cor foi colocada numa matriz gengival (Shofu Gummy; Shofu Dentalcorp; USA). As medições foram efetuadas na região central da guia de cor, no interior de uma caixa preta mate, de acordo com métodos previamente descritos e seguindo as instruções do fabricante. As concordâncias interoperador, entre medições e as escalas VC e VM e entre aparelhos foram avaliadas pelo fator *kappa*. A sensibilidade, especificidade, valor preditivo negativo (VPN) e valor preditivo positivo (VPP) foram calculados para cada guia de cor das duas escalas. A diferença de exatidão entre aparelhos foi determinada a partir da análise das curvas ROC, utilizando o *z-test* (two-way), com $\alpha < 0,05$.

Resultados: O ES obteve valores de sensibilidade e especificidade superiores aos do SS, para ambas as escalas, sendo que, os dois aparelhos apresentam valores mais altos para a escala VM do que para a VC. A concordância das medições do ES foi 93,2% para VC e 94,6% para VM, e do SS foi 73,8% para VC e 82,4% para VM. Verificou-se uma concordância inter-aparelho de 75,3% para VC e 82,3% para VM. Não existiu diferença estatística de exatidão entre aparelhos para VC e VM.

Conclusões: O ES e o SS apresentam um bom desempenho geral para todos os parâmetros nas duas escalas, com melhor sensibilidade e especificidade para a escala VM. Embora os aparelhos apresentem valores de exatidão e precisão distintos, estas diferenças não são significativas.

Palavras-chave: cor do dente; medição de cor; espectrofotômetro; Spectroshade; Easyshade

ABSTRACT

Objectives: The aim of this *in vitro* study was to evaluate and compare the accuracy and precision of two shade-matching instruments, in the determination of color of two dental shade guides.

Materials and Methods: Two shade-matching devices were tested: Spectroshade Micro (SS) and VITA Easyshade (ES). Color measurements were made of the shade tabs from two commercial shade guides, VITA Classical (VC) and VITA 3D-Master (VM). Shade tabs were placed in the middle of a gingival matrix (Shofu Gummy, Shofu Dentalcorp; USA). Measurements were made of the central region of the shade tab positioned inside a black box, according to previously reported methodology and following the manufacturer's instructions. The interoperator agreement, the agreement between measurements and the VC and VM scales and between devices has been evaluated by the *kappa* factor. The sensitivity, specificity, negative predictive value (PNV) and positive predictive value (PPV) were calculated for each shade tab of the two guides. The difference in accuracy between devices was determined from the ROC curve analysis using the *z-test* (two-tailed), with $\alpha < 0.05$.

Results: The ES obtained higher sensitivity and specificity than the SS, for both guides, and that the two devices have higher values for the VM than for the VC. The agreement between ES and VC was 93.2% and for VM was 94.6%. The SS agreement was 73.8% for VC and 82.4% for VM. The interdevice agreement was of 75.3% and 82.3% for the VC and VM, respectively. There wasn't a statistically significant difference in accuracy between devices for VC and VM.

Conclusions: The ES and SS have an overall good performance for all parameters in the two scales, with better sensitivity and specificity for VM shade guide. Although the devices present distinct accuracy and precision values, these differences are not significant.

Keywords: dental shade; shade match; spectrophotometer; Spectroshade; Easyshade.

I. INTRODUÇÃO

A cor é um fenómeno de percepção visual, que corresponde à luz refletida ou transmitida a partir de um objeto (Kim-Pusateri et al. 2009). As propriedades óticas de um dente, incluindo a sua cor e translucidez, são uma das considerações mais importantes na medicina dentária (Joiner 2004; Gulrajani 2010).

A medição da cor do dente e a sua comunicação é de extrema relevância para a medicina dentária atual (Browning 2003; Joiner 2004). Com o aumento da importância estética, têm surgido cada vez mais métodos de avaliação de cor, nomeadamente, os espectrofotómetros, afirmando serem mais objetivos e fiáveis (Dozic et al. 2007; Kim-Pusateri et al. 2009; Chu et al. 2010).

1. Cor e parâmetros colorimétricos

A cor dos dentes é determinada pela combinação dos efeitos de colorações intrínsecas e extrínsecas. A coloração intrínseca está associada às propriedades de dispersão e absorção da luz pelo esmalte e pela dentina. A coloração extrínseca está associada com a absorção de substâncias (por exemplo, chá, vinho tinto, clorexidina), pela superfície de esmalte podendo causar uma mancha extrínseca (Joiner 2004; Kim-Pusateri et al. 2009).

A cor dos dentes não é uniforme em toda a sua superfície, sendo a região central apontada como a que melhor representa a cor do dente (Goodkind and Schwabacher 1987).

Existem muitos sistemas de ordem de cor disponíveis, no entanto, por inúmeras razões, incluindo a consistência, flexibilidade e simplicidade, o Sistema de Ordem de Cor de Munsell, criado em 1915, é o sistema de escolha para correspondência de cor em Medicina Dentária. Neste sistema a cor pode ser representada por três dimensões: matiz, valor e saturação (Fig. 1) (Sproull 2001).

A matiz representa a tonalidade da cor (ex. vermelho, azul, amarelo), correspondendo ao comprimento de onda da luz refletida pelos objetos.

O croma é a intensidade ou saturação de um determinado tom (matiz), ex. azul claro ou azul escuro. Descreve o tom alaranjado ou amarelado de um dente ou restauração. A saturação aumenta à medida que o objeto se torna mais escuro.

O valor é a luminosidade relativa de uma matiz. Quanto mais clara a cor, maior é o seu valor (brilho) e quanto mais escura, menor é o seu valor. O brilho do branco total é representado pelo valor máximo na escala de intensidade (100), enquanto que o preto apresenta um valor absoluto de 0, que é a ausência total de luz.

A translucidez não é uma dimensão pertencente ao sistema de Munsell, no entanto, é dos fatores mais importantes no resultado final de uma restauração estética. A translucidez é a representação espacial tridimensional do valor, sendo uma dimensão abstrata e muito difícil de medir ou padronizar (Park et al. 2006; Sproull 2001; Birren and Cleland 1969; Gürel 2003).

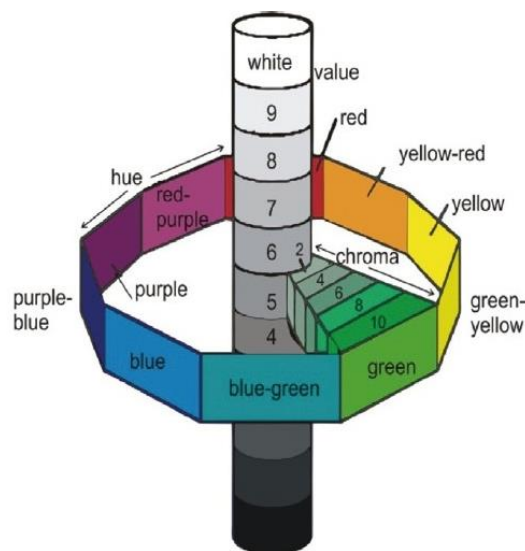


Fig. 1: Dimensões da cor segundo o Sistema de Munsell (adaptado de Sikri 2010).

2. Color space CIE L*a*b*

O sistema de cor CIE L*a*b* foi desenvolvido pela Commission Internationale de l'Eclairage (CIE, Comissão Internacional de Iluminação) em 1931. É utilizado, frequentemente, em estudos sobre a cor e baseia-se na padronização da cor, das fontes de luz e dos observadores. Uma cor específica é definida pela sua localização no sistema CIE L*a*b* pelas coordenadas, L*, a* e b*. Relativamente à luminosidade, o valor e o L*, são proporcionais. As coordenadas a* e b* definem as características cromáticas da cor; a* refere-se ao eixo vermelho-verde, e b* refere-se ao eixo amarelo-azul (Fig. 2).

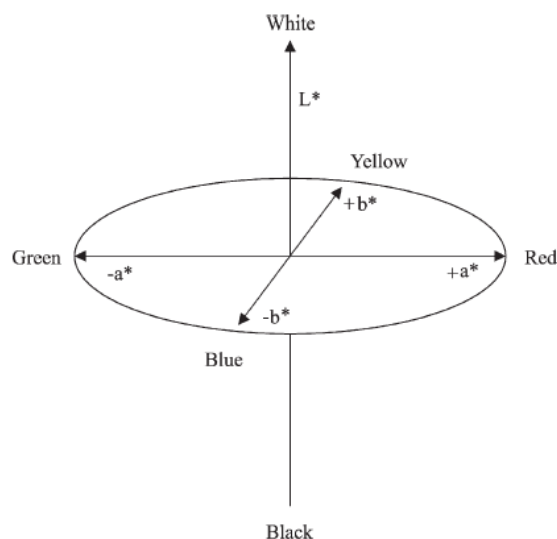


Fig. 2: Coordenadas L*a*b* (adaptado de Joiner 2004).

A diferença de cor entre duas amostras, pode ser determinada pela expressão $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ (Yuan et al. 2007), em que Delta E (ΔE) é utilizado para a quantificação da magnitude dessa diferença. Sob condições controladas, um valor de ΔE maior ou igual a 1 pode ser detetado pelo olho humano. Se dois objetos são colocados lado a lado num ambiente controlado, a menor diferença de cor detetada por observadores humanos é um valor de ΔE de 1 (Kuehni and Marcus 1979; Ruyter et al. 1987; Kim-Pusateri et al. 2009).

No entanto, sob condições clínicas, ΔE tem de se aproximar de um valor igual ou superior a 3,3 para que o olho humano possa detetar uma cor diferente (Ruyter et al. 1987; Kim-Pusateri et al. 2009; Odaira et al. 2011). O limiar para erros cromáticos numa deteção de diferença de cor intraoralmente, é mais elevado devido às estruturas presentes, tal como a mucosa, o fundo da cavidade oral e a sombra provocada pelos lábios (Kim-Pusateri et al. 2009).

3. Escalas de cor

A seleção visual de cor, por comparação do dente com escalas de cor, é o método mais utilizado em medicina dentária (Burgt et al. 1990). Este método subjetivo baseia-se em escalas padronizadas, compostas por amostras representativas da média das cores presentes na dentição humana (Seghi 1989; Burgt et al. 1990; Paravina et al. 2009).

As escalas Vitapan Classical, Ivocalar Chromascop e Vitapan 3D Shade Master são, atualmente, as escalas mais comuns e utilizadas (Gürel 2003; Moscardó & Alemany 2006).

3.1. VITA Classical (VC)

Na escala de cores Vitapan Classical, a matiz é classificada com letras, A corresponde a laranja; B a amarelo; C a amarelo/cinza e D a laranja/cinza. O croma e o valor são classificados de 1 a 4, em que 1 representa o menos cromático e maior em valor e o 4, o mais cromático e menor em valor (Gürel 2003).

3.2. VITA 3D Master (VM)

Na década de 90, a VITA introduziu a escala de cores 3D Master com o intuito de avaliar com maior precisão a cor, de acordo com os seus três componentes, eliminando alguma da sua subjetividade (Gürel 2003; Moscardó and Alemany 2006).

A determinação da cor com este sistema é efetuada seguindo três passos, começando por definir o valor, depois o croma e, finalmente, a matiz (Moscardó and Alemany 2006). A distribuição das guias na escala é feita segundo as três dimensões de Munsell, sendo que o valor é classificado, na horizontal, de forma numérica, de 1 a 5; o croma é distribuído, na vertical, em numeração de 1; 1,5; 2,5 e 3; e a matiz é classificada em M (média), L (mais amarela) e R (mais vermelha) (Marcucci 2001).

As escalas de cor permitem distinguir facilmente a matiz e o croma, mas o valor é mais difícil de determinar. A maioria dos erros em determinação da cor devem-se a um desvio de valor, sendo que, a correspondência perfeita resulta, normalmente, de uma combinação de várias guias de cor. Embora sejam universalmente aceites, as escalas de cor apresentam limitações e considera-se que apenas nos dão 30% da resposta necessária (Preston 1985).

4. Sistemas eletrónicos de análise de cor

Atualmente, existem vários instrumentos eletrónicos de correspondência de cor disponíveis para uso clínico (Paul et al. 2002; Okubo et al. 1998; Kim-Pusateri et al. 2009;

Kim-Pusateri et al. 2007). Os instrumentos podem ser colorímetros, espectrofotômetros, espectralímetro, analisadores de imagem ou uma combinação destes. Os mais utilizados em medicina dentária são os colorímetros e os espectrofotômetros, que definem a cor do dente através da medição da quantidade de composição espectral de luz refletida na superfície do dente (Lagouvardos et al. 2009). Os espectrofotômetros medem a reflexão ou a curva de transmissão de luz de uma amostra e, são úteis na medição de cor da superfície. Um prisma dispersa a luz branca a partir de uma lâmpada de tungsténio a um comprimento de onda de bandas de espectro de entre 5 e 20 nm (Berns and Reiman 2002).

A quantidade de luz refletida a partir de uma amostra é medida para cada comprimento de onda no espectro visível. Os espectrofotômetros têm uma durabilidade maior que a dos colorímetros e não são afetados pelo metamerismo da amostra ou objeto (Berns and Reiman 2002; Okubo et al. 1998). Os colorímetros medem os valores tristimulares da reflexão de luz de uma amostra após a fonte de luz passar através de uma série de filtros (Berns et al. 2000). Estes dispositivos medem os valores dos componentes tricromáticos, de acordo com a iluminação CIE e o observador.

Os colorímetros utilizam filtros de fotodíodo para controlar a luz que atinge a amostra. A luz refletida a partir da amostra é, em seguida, medida por um sensor. Estes instrumentos são mais fáceis de usar e mais baratos do que os espectrofotômetros, no entanto, a repetibilidade e exatidão podem ser baixas devido ao envelhecimento dos filtros e ao fenómeno de metamerismo, respetivamente (Paravina et al. 2007; Chu, et al. 2010).

A maior vantagem de utilizar um espectrofotómetro para determinação da cor, em comparação com um colorímetro, é a precisão. Os dados espectrofotométricos não são afetados pela luz ambiente, e a quantidade de luz refletida dos objetos é medida sobre um comprimento de onda espectral completo (Ishikawa-Nagai et al. 2010).

4.1. VITA Easyshade (ES)

Comercializado a partir de 2002, é um espectrofotómetro portátil que é constituído por uma peça de mão, conectada a uma unidade base por um conjunto de cabos de fibra ótica. A ponta da sonda de contacto é de aproximadamente 5mm de diâmetro e contém 19 fibras óticas (Gómez-Polo et al. 2014). Durante o processo de medição, o dente é iluminado pela periferia da sonda, sendo que a luz provém de uma lâmpada de halogéneo

com origem na unidade base, e é posteriormente conduzida pela sonda (Paravina et al. 2007; Chu et al. 2010).

Existem vários espectrómetros na peça de mão que controlam a fonte de luz e medem a luz internamente dispersa. Uma combinação de vários filtros e matrizes de fotodíodo recebem a luz que é dirigida através das fibras localizadas no centro da ponta da sonda, desta forma, a reflexão espectral da luz dispersa é medida essencialmente em bandas de 25 nm. Antes da medição é necessário seleccionar um dos modos de medição: dente individual, guia de cor, áreas dentárias e verificação de restauração. (Paravina 2009; Paravina et al. 2007; Chu et al. 2010; Yuan et al. 2007).

Os dados colorimétricos são apresentados com a melhor aproximação entre as escalas Classical e 3D Master da VITA. Os dados da cor dos dentes podem ser adquiridos de uma só vez (o dente como um todo), ou a cor pelos terços cervical, médio e incisal. As informações dos dentes também podem ser apresentadas na forma $L^*a^*b^*$ (Chu et al. 2010; Yuan et al. 2007; Paravina 2009).

4.2. Spectroshade Micro (SS)

É o dispositivo de seleção de cor mais complexo em design e em termos de hardware. Oferece a maior flexibilidade em termos de análise de cor e de dados colorimétricos, sendo o mais caro. É o único que combina imagem digital a cores com análises espectralfotométricas (Paravina et al. 2007; Chu et al. 2010).

A peça de mão é relativamente grande em comparação com os modelos que utilizam a sonda de contacto, sendo que o posicionamento pode tornar-se difícil. A calibração é um processo de duas etapas que envolvem o posicionamento da peça de mão contra um azulejo branco e, seguidamente, contra um azulejo verde. A luz, de uma fonte de halogénio, é emitida através de feixes de fibra ótica e lentes para a superfície do dente a 45° (Paravina et al. 2007; Yuan et al. 2007; Paravina 2009; Chu et al. 2010).

A imagem do dente é exibida no ecrã do dispositivo, de modo a que o posicionamento possa ser verificado. A luz incidente ao atingir o dente é monocromática, mas à medida que esta é refletida, a leitura espectral é efetuada em bandas de 10 nm por um dispositivo de cargas acopladas (CCD) pretas e brancas. Através dos dados obtidos, podem ser calculadas as diferenças de cor entre imagens, mapas cromáticos,

inclusivamente um mapa cromático para a translucidez (Paravina and Powers 2004; Paul et al. 2002).

4.3. Espectrofotómetros como meios auxiliares de diagnóstico

Os espectrofotómetros são métodos auxiliares de avaliação de cor e, como tal, é importante aferir se estes sistemas determinam uma correspondência correta com a realidade, de forma a compreender a sua verdadeira utilidade clínica (Kim-Pusateri et al. 2009; Chu et al. 2010; Dozic et al. 2007). Para isso, é necessário avaliar a capacidade destes instrumentos aferirem a cor comparativamente ao *gold standard* atual, a nossa percepção clínica da cor do dente, que é dada pelas escalas de cor (Della Bona et al. 2009).

Sendo considerados meios de auxiliares de diagnóstico, esta capacidade de avaliação da cor é determinada pela análise da sensibilidade, especificidade, valores preditivos positivo e negativo (Lalkhen and McCluskey 2008), permitindo aferir a exatidão e precisão destes aparelhos. A exatidão é a capacidade de o aparelho fornecer uma leitura correta de uma amostra e a precisão refere-se à consistência da leitura do aparelho ao medir uma amostra padrão.

Neste estudo, foi utilizado um modelo *in vitro* simulando as condições de luz da cavidade oral, para avaliação de dois aparelhos de medição de cor, o VITA Easyshade (ES) e o Spectroshade Micro (SM).

II. OBJETIVOS E HIPÓTESES

Este estudo, teste de diagnóstico, tem por objetivo:

- Determinar e comparar exatidão e precisão de dois espectrofotômetros (Vita Easyshade e Spectroshade Micro) na medição da cor de cada guia das escalas Vitapan Classical e Vitapan 3D Master.

H0: Os dois espectrofotômetros (ES e SS) não apresentam diferenças significativas na sua exatidão e precisão na medição das guias de cor das duas escalas (VC e VM).

III. MATERIAIS E MÉTODOS

1. Procedimentos Experimentais

Foram avaliados dois instrumentos espectrofotométricos de determinação de cor (Tabela 1). O SS era um aparelho novo e o ES apresentava 8 anos desde a data de aquisição. Estes foram utilizados segundo as instruções do fabricante e, antes de qualquer medição, os sistemas foram deixados aquecer durante 15 minutos.

| Instrumento | Tipo | Fabricante |
|---------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Spectroshade Micro | Espectrofotômetro | MHT Optic Reasearch, Switzerland |
| VITA Easyshade | Espectrofotômetro | Vident, Brea, California |

Tabela I: Tipo de aparelho e respetivo fabricante.

1.1. Calibração e manuseamento

1.1.1. Spectroshade Micro (SS)

Foram seguidas as instruções do fabricante, sendo que o SS foi calibrado utilizando os azulejos branco e verde, cedidos pelo fabricante, antes da medição de cada guia de cor. A peça ótica foi colocada num ângulo de 90° com a guia a ser medida, encostando contra a matriz gengival.

1.1.2. VITA Easyshade (ES)

Seguindo as instruções do fabricante, a calibração do ES foi efetuada colocando a ponta da sonda no azulejo de calibração antes da medição de cada guia de cor. As medições foram realizadas no modo “Shade tab” (Amostra de cores). Cada guia de cor foi medida colocando a ponta da sonda num ângulo de 90° com a superfície do terço médio da guia.

1.2. Medição de cor

Foi medida cada guia de cor de duas escalas de cor comerciais: (1) Vitapan Classical (VC) (VITA Zahnfabrik) com 16 guias de cor e (2) Vitapan 3D Master (VM) (VITA Zahnfabrik) com 29 guias de cor (foram incluídas as 3 guias de cor do VITA Bleached Shade Guide) (fig. 3 e 4).



Fig. 3: Escala VITA Classical ordenada por valor (B1-C4).

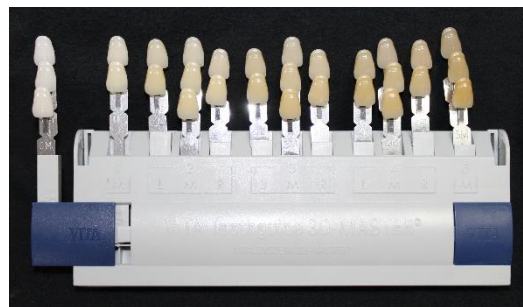


Fig. 4: Escala VITA 3D Master com Bleached Shade Guide.

Foram simuladas as condições clínicas para cada medição, a guia de cor para medição foi colocada no centro de uma matriz gengival (Shofu Gummy; Shofu Dental Corporation, USA), com guias de cor idênticas em cada lado. As medições foram efetuadas dentro de uma caixa preta mate (26,0 x 12,5 x 9,5 cm) de modo a simular as condições de luz da cavidade oral, segundo metodologia previamente descrita (Kim-Pusateri et al. 2007). Foi utilizado um *jig* posicional para permitir a colocação da guia de cor a medir no mesmo local, dentro da caixa (fig. 5).



Fig. 5: Exemplo de configuração experimental.

Dois operadores calibrados efetuaram 30 medições consecutivas para cada guia de cor. Entre cada 2 medições, os operadores tiveram de remover, completamente, a ponta da sonda ou a peça ótica da guia de cor.

1.3. Análise estatística

As concordâncias interoperador, entre medições para as escalas VC e VM e entre aparelhos foram avaliadas pelo fator *kappa*. A exatidão do ES e do SS foi expressa através da sensibilidade, especificidade, valor preditivo negativo (PNV) e valor preditivo positivo (PPV), calculados para cada guia de cor das escalas VC e VM.

Estas variáveis são calculadas através do número de verdadeiros positivos (VP), falsos positivos (FP), falsos negativos (FN) e verdadeiros negativos (VN). Sendo que, neste caso, a sensibilidade é definida como a capacidade de o aparelho dar um resultado positivo, ou seja, acertar na guia de cor correta ao medir essa guia, proporção de $[VP/(VP+FN)]$. A especificidade é outra medida de avaliação da exatidão de um teste diagnóstico, relativa à capacidade do teste identificar a guia de cor diferente, quando a guia é diferente, proporção de $[VN/(VN+FP)]$. O VPP descreve a probabilidade de ter acertado na cor no total de testes positivos $[VP/(VP+FP)]$, e o VPN refere-se à probabilidade de ter medido uma cor diferente no total de testes negativos $[VN/(VN+FN)]$ (Lalkhen and McCluskey 2008).

Foram realizadas as curvas ROC (receiver operating characteristic) de cada um dos aparelhos para as duas escalas (VC e VM). A diferença de desempenho (índice de exatidão) entre aparelhos foi determinada através da diferença das áreas sob a curva. A significância foi estabelecida a $\alpha < 0,05$. A análise dos dados e os resultados foram calculados através do *software* IBM, SPSS (IBM Statistics v.23, Inc, Chicago, IL, EUA).

IV. RESULTADOS

Foram efetuadas um total de 5400 medições, 60 medições de cada uma das 45 guias de cor por aparelho.

Foi calculado o coeficiente *kappa* para a concordância interoperador (Tabela II), resultando numa percentagem média de 95,58%, com um erro médio de 0,85%, sendo um resultado aceitável, comparativamente aos valores de referência de concordância $\geq 80\%$ e de taxa de erro $\leq 5\%$ (McHugh 2012). Foi realizada uma análise dos dados dos dois observadores conjuntamente, resultando num total de 60 medições para cada guia de cor.

| | COEFICIENTE KAPPA INTEROBSERVADOR | ERRO ASSINTÓTICO (ASE) | PADRONIZADO |
|--------------|--|-----------------------------------|--------------------|
| ES VC | 0.962 | 0.009 | |
| SS VC | 0.909 | 0.014 | |
| ES VM | 0.970 | 0.006 | |
| SS VM | 0.982 | 0.005 | |
| MÉDIA | 0.95575 | 0.0085 | |

Tabela II: Concordância interoperador expressa em valores do fator *kappa* e respetivo ASE.

Foi calculada a sensibilidade, especificidade, VPP e VPN de cada aparelho para cada guia das duas escalas VC e VM (Tabelas III-VI).

| ES VC | Sensibilidade | Especificidade | VPP | VPN |
|--------------|----------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| B1 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| A1 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| B2 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| D2 | 100% | 95% | 55% | 100% |
| A2 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| C1 | 18% | 100% | 100% | 95% |
| C2 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| D4 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| A3 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| D3 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| B3 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| A3,5 | 100% | 99% | 83% | 100% |
| B4 | 80% | 100% | 100% | 99% |
| C3 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| A4 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| C4 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| Média | 94% | 100% | 96% | 100% |
| SD | 20,03737 | 1,334587 | 11,34977 | 1,268454 |

Tabela III: Sensibilidade, especificidade, VPP (valor preditivo positivo) e VPN (valor preditivo negativo) do ES para cada guia de cor da escala VC.

| SS VC | Sensibilidade | Especificidade | VPP | VPN |
|--------------|----------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| B1 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| A1 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| B2 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| D2 | 100% | 96% | 62% | 100% |
| A2 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| C1 | 38% | 100% | 100% | 96% |
| C2 | 100% | 93% | 50% | 100% |
| D4 | 0% | 100% | 0% | 94% |
| A3 | 100% | 93% | 50% | 100% |
| D3 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| B3 | 0% | 94% | 0% | 93% |
| A3,5 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| B4 | 17% | 100% | 100% | 95% |
| C3 | 100% | 97% | 67% | 100% |
| A4 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| C4 | 52% | 100% | 100% | 97% |
| Média | 75% | 98% | 77% | 98% |
| SD | 38,25375 | 2,551361 | 34,39343 | 2,448208 |

Tabela IV: Sensibilidade, especificidade, VPP (valor preditivo positivo) e VPN (valor preditivo negativo) do SS para cada guia de cor da escala VC.

| ES VM | Sensibilidade | Especificidade | VPP | VPN |
|--------------|----------------------|-----------------------|------------|------------|
| 0M1 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 0M2 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 0M3 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 1M1 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 1M2 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 2L1.5 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 2L2.5 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 2M1 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 2M2 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 2M3 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 2R1.5 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 2R2.5 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 3L1.5 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 3L2.5 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 3M1 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 3M2 | 48% | 100% | 100% | 98% |
| 3M3 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 3R1.5 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 3R2.5 | 100% | 98% | 66% | 100% |
| 4L1.5 | 57% | 100% | 100% | 98% |

| | | | | |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 4L2.5 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 4M1 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 4M2 | 43% | 100% | 100% | 98% |
| 4M3 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 4R1.5 | 100% | 96% | 50% | 100% |
| 4R2.5 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 5M1 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 5M2 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 5M3 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| Média | 95% | 100% | 97% | 100% |
| SD | 15,77241 | 0,735683 | 11,04706 | 0,552094 |

Tabela V: Sensibilidade, especificidade, VPP (valor preditivo positivo) e VPN (valor preditivo negativo) do ES para cada guia de cor da escala VM.

| SS VM | Sensibilidade | Especificidade | VPP | VPN |
|--------------|---------------|----------------|------------|------|
| 0M1 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 0M2 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 0M3 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 1M1 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 1M2 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 2L1.5 | 100% | 96% | 50% | 100% |
| 2L2.5 | 100% | 96% | 50% | 100% |
| 2M1 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 2M2 | 0% | 100% | 0% | 97% |
| 2M3 | 0% | 100% | 0% | 97% |
| 2R1.5 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 2R2.5 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 3L1.5 | 100% | 96% | 47% | 100% |
| 3L2.5 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 3M1 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 3M2 | 0% | 100% | 0% | 97% |
| 3M3 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 3R1.5 | 88% | 100% | 100% | 100% |
| 3R2.5 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 4L1.5 | 100% | 96% | 48% | 100% |
| 4L2.5 | 83% | 100% | 100% | 99% |
| 4M1 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 4M2 | 43% | 100% | 100% | 98% |
| 4M3 | 100% | 99% | 86% | 100% |
| 4R1.5 | 47% | 100% | 100% | 98% |
| 4R2.5 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 5M1 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 5M2 | 100% | 100% | 100% | 100% |

| | | | | |
|--------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 5M3 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| Média | 85% | 99% | 82% | 99% |
| SD | 32,64751 | 1,31961 | 33,50255 | 1,128749 |

Tabela VI: Sensibilidade, especificidade, VPP (valor preditivo positivo) e VPN (valor preditivo negativo) do SS para cada guia de cor da escala VM.

| | | TOTAL DE MEDIÇÕES | ACERTOU | FALHOU |
|-----------|----------------|--------------------------|----------------|---------------|
| ES | VITA Classical | 960 | 899 (93,65%) | 61 (6,35%) |
| | VITA 3D Master | 1740 | 1649 (94,77%) | 91 (5,23%) |
| SS | VITA Classical | 960 | 724 (75,42%) | 236 (24,58%) |
| | VITA 3D Master | 1740 | 1477 (84,85%) | 263 (15,11%) |

Tabela VII: Total de medições corretas e incorretas de cada um dos aparelhos das duas escalas, VC e VM.

| ES VC | Guia de Referência | | Total | | SS VC | Guia de Referência | | Total |
|--------------|---------------------------|---------|--------------|-------|--------------|---------------------------|-----|--------------|
| | + | - | | | | + | - | |
| Teste | + | 899 (a) | 61 (b) | 960 | Teste | + | 724 | 236 960 |
| | - | 61 (c) | 14339 (d) | 14400 | | - | 236 | 14164 14400 |
| Total | | 960 | 14400 | 15360 | Total | | 960 | 14400 15360 |

| ES VM | Guia de Referência | | Total | | SS VM | Guia de Referência | | Total |
|--------------|---------------------------|------|--------------|-------|--------------|---------------------------|------|--------------|
| | + | - | | | | + | - | |
| Teste | + | 1649 | 91 | 1740 | Teste | + | 1477 | 263 1740 |
| | - | 91 | 48629 | 48720 | | - | 263 | 48457 48720 |
| Total | | 1740 | 48720 | 50460 | Total | | 1740 | 48720 50460 |

Tabela VIII: Tabelas com total de verdadeiros positivos (a), falsos positivos (b), falsos negativos (c) e verdadeiros negativos (d), para o ES e SS em relação a cada uma das escalas, VC e VM.

A concordância pelo fator *kappa* entre as leituras efetuadas pelos aparelhos e a sua correspondência na escala está calculada na tabela IX. Verificou-se uma maior sensibilidade e um VPP superior nas medições do ES para ambas as escalas, comparativamente às do SS. Verificou-se uma discordância de 6,8% entre as medições do ES e a escala VC, enquanto que o SS apresenta uma discordância muito superior, de 26,2% para a escala VC. Existe uma discordância menor entre o ES e a escala VM, de 5,4%, comparativamente à do SS, de 17,6%.

| Média (SD) | ES VC | SS VC | ES VM | SS VM | P |
|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|
| Sensibilidade | 94% (20.04) | 75% (38.25) | 95% (15.77) | 85% (32.65) | <0.05 |
| Especificidade | 100% (1.33) | 98% (2.55) | 100% (0.74) | 99% (1.32) | <0.05 |
| PPV | 96% (11.35) | 77% (34.39) | 97% (11.05) | 82% (33.50) | <0.05 |
| PNV | 100% (1.27) | 98% (2.45) | 100% (0.55) | 99% (1.29) | <0.05 |
| Kappa | 0.932 (ASE = 0.008) | 0.738 (ASE = 0.015) | 0.946 (ASE = 0.006) | 0.824 (ASE = 0.009) | <0.05 |

Tabela IX: Valores médios de sensibilidade, especificidade, PPV, PNV e concordância pelo fator *kappa* do ES e SS para as escalas VC e VM.

A tabela X apresenta a concordância entre as medições do ES e as medições do SS, na qual se constata que existe uma maior concordância entre dois aparelhos na escala VM do que na escala VC.

| ES/SS | VC | VM |
|--------------|-------|-------|
| Kappa | 0.753 | 0.823 |
| ASE | 0.014 | 0.009 |

Tabela X: Concordância pelo fator *kappa* entre ES e SS para as escalas VC e VM.

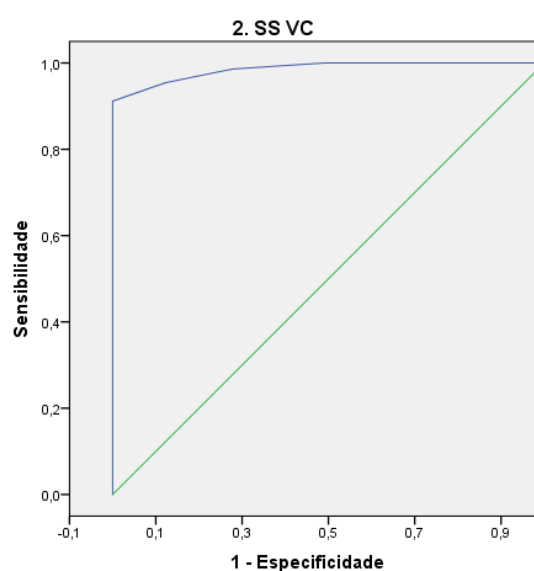
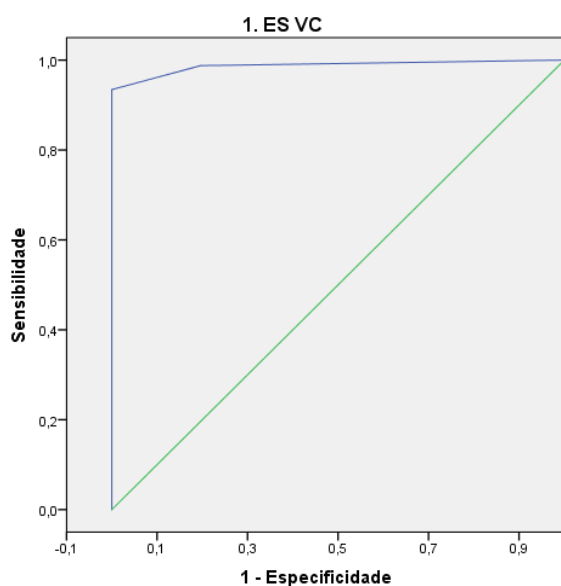


Gráfico 1 e 2: Curvas ROC (receiver operating characteristic) da relação da sensibilidade e especificidade do ES e SS para a escala VITA Classical (VC).

| VITA CLASSICAL | Área | Erro padrão | Intervalo de confiança 95% assintótico | |
|----------------|------|-------------|--|-----------------|
| | | | Limite inferior | Limite superior |
| ES | ,987 | ,003 | ,981 | ,994 |
| SS | ,986 | ,003 | ,980 | ,991 |

Tabela XI: Especificação da área sob a curva das curvas ROC de cada aparelho (ES e SS) para a escala VITA Classical (VC).

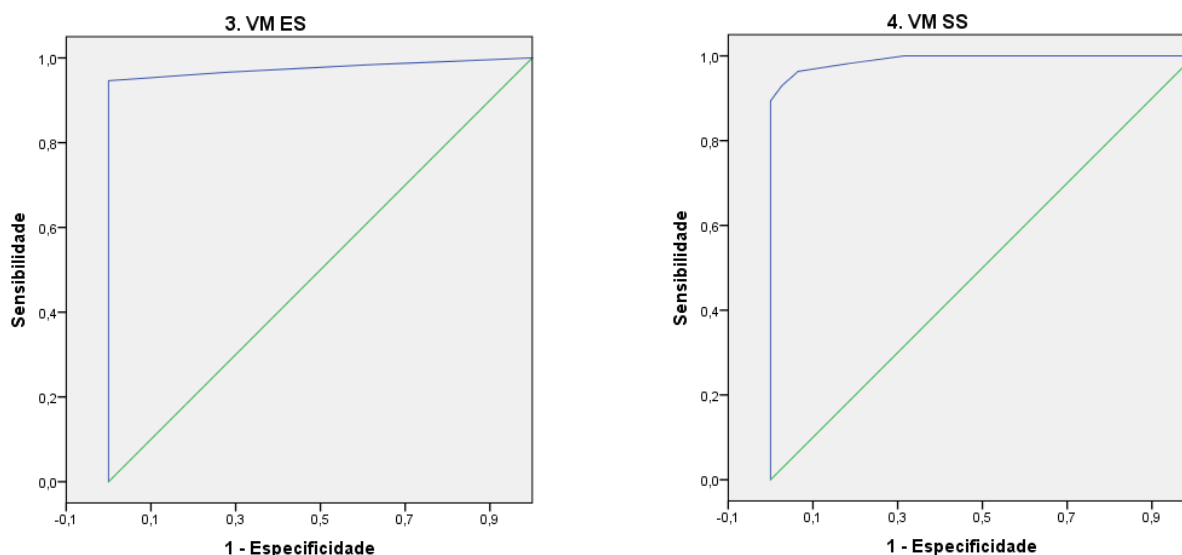


Gráfico 3 e 4: Curvas ROC (receiver operating characteristic) da relação da sensibilidade e especificidade do ES e SS para a escala VITA 3D Master (VM).

| VITA 3D MASTER | Área | Erro padrão | Intervalo de confiança 95% assintótico | |
|----------------|------|-------------|--|-----------------|
| | | | Limite inferior | Limite superior |
| ES | ,976 | ,003 | ,970 | ,983 |
| SS | ,991 | ,002 | ,988 | ,994 |

Tabela XII: Especificação da área sob a curva das curvas ROC de cada aparelho (ES e SS) para a escala VITA 3D Master (VM).

| Comparação ES vs. SS | Diferença de área (sob a curva) | z | P |
|----------------------|---------------------------------|--------|-------|
| VITA Classical | 0.001 | 0.086 | 0.931 |
| VITA 3D Master | -0.015 | -1.248 | 0.212 |

Tabela XIII: Diferença de área da curva de ROC entre o ES e SS para as escalas VITA Classical (VC) e VITA 3D Master.

V. DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo não permitem rejeitar a hipótese nula de que não existem diferenças significativas entre a exatidão e a precisão dos aparelhos testados.

Neste estudo foram analisados os dados, do ES, classificado como um aparelho de medição por ponto, e do SS, um aparelho de medição da superfície total do dente, da leitura de duas escalas distintas, VC e VM.

Os resultados obtidos não foram iguais em todas as guias de cor, sendo que o ES, ao medir as guias da VC, demonstrou um pior desempenho para a guia de cor C1, e o SS, apresentou um mau desempenho, para as guias C1, D4, B3 e B4. No caso da VM o ES obteve valores mais baixos de sensibilidade e especificidade para as guias 3M2 e 4M2, enquanto que o SS apresentou piores resultados para as guias 2M2, 2M3, 3M2, 4M2 e 4R1,5.

Embora se tenham verificado mais guias de cor com valores baixos na escala VM, verificou-se um valor médio final dos parâmetros sensibilidade, especificidade, VPP e VPN, mais elevados do que na VC, tanto para o ES como para o SS. Esta diferença pode estar relacionada com o número de guias de cor da VM (29) ser superior ao da VC (16), resultando numa amostra total maior.

As leituras do ES e do SS demonstraram uma melhor precisão (repetibilidade), do que exatidão para ambas as guias de cores. A razão para esta ocorrência pode estar relacionada com a variação dos valores de $L^* a^* b^*$, entre as guias de cores (King and Derijk 2007), sendo que, os aparelhos identificam o tom de uma guia de cor através de um valor de ΔE pré-determinado. Além disso, não se sabe quais os valores de $L^* a^* b^*$ que os diferentes fabricantes aplicam nos seus aparelhos para cada guia de cor da escala e a coerência entre guias de cor de diferentes fabricantes também pode variar. (Brien et al. 1990; Khashayar et al. 2012).

Os dois aparelhos apresentaram um bom desempenho geral para ambas as escalas, sendo que os valores mais baixos foram verificados nas medições efetuadas com o SS na escala VC.

O ES demonstrou valores superiores de sensibilidade e especificidade, comparativamente ao SS, inclusivamente na concordância das medições com as escalas,

apresentando um valor de *kappa* de 93,2% para a escala VC e de 94,6% para a escala VM, enquanto que o SS obteve um valor de *kappa* de 73,8% para a VC e de 82,4% para a escala VM. No entanto, estes dados podem ter sido influenciados pelo facto do ES fazer uma medição de uma área de 5mm de diâmetro (ponta da sonda), na região central do dente. Enquanto que, o SS, ao medir uma amostra, pode apresentar os resultados de 3 formas: pela cor média do dente, por terços, ou através de mapas cromáticos detalhados. Neste estudo foi utilizada a cor média do dente, contudo, o cálculo da média da cor de uma determinada guia pode reduzir a exatidão do aparelho, comparativamente às leituras de uma região única do ES.

Ao realizar as curvas ROC, ambos os aparelhos apresentam resultados que os co-substanciam como testes de diagnóstico de qualidade, obtendo valores de desempenho superiores a 90% (Lalkhen and McCluskey 2008). Sendo que o ES obteve os valores 98,7% para a VC, e 98,6% para a VM, enquanto que o SS apresentou os valores 97,6% e 99,1%, para as escalas VC e VM, respetivamente. Apesar dos aparelhos apresentarem valores de exatidão e precisão diferentes, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas, apresentando um *P* de 0,931 para a escala VC, e 0,212 para a escala VM.

Os erros sistemáticos são difíceis de controlar nestes aparelhos e afetam a sua exatidão (Joiner et al. 2008), o que pressupõe que a concordância entre aparelhos seja menor que a concordância intra-aparelho (Douglas 1997; Lagouvardos et al. 2009), como verificado neste estudo, sendo que se obteve uma maior concordância de inter-aparelho para a VM (*kappa* = 82,3%) do que para a escala VC (*kappa* = 75,3%).

Ainda não foi proposto um protocolo *standard* para a avaliação da exatidão e precisão de instrumentos de determinação de cor, no entanto, foi afirmado que as guias das escalas de cor, servem como padrão na medição da cor dos dentes (Dozic et al. 2007). As guias de cor permitem fazer uma representação do dente natural, em termos de tamanho, cor e contorno. No entanto, podem ocorrer diferenças entre as guias de cor de diferentes fabricantes. Além disso, a superfície irregular da guia de cor pode afetar a reflexão da luz espectral do aparelho e, consequentemente, originar uma leitura errada (Kim-Pusateri et al. 2007).

Contudo, as escalas de cor são a forma de comunicação entre médico dentista e técnico de prótese, independentemente, se as medições são realizadas pelo método visual ou por um aparelho eletrónico. As escalas são um elemento intermédio de comunicação

e podem originar erros em contexto clínico, tanto na seleção de cor pelo médico dentista, como pela sua replicação pelo técnico de prótese (Kim-Pusateri et al. 2007).

Os resultados deste estudo servem como meio de comparação entre os dois aparelhos testados, num ambiente *in vitro* controlado. Este estudo não permite realizar conclusões acerca do desempenho clínico destes aparelhos, dado que não foi efetuada nenhuma medição em dentes naturais. Além do mais, existem inúmeros fatores que podem influenciar estes aparelhos num ambiente clínico. São necessários estudos clínicos adicionais para formular alguma conclusão sobre o seu desempenho clínico e avaliar o impacto das diferenças de leitura verificadas.

VI. CONCLUSÕES

Considerando as limitações deste estudo, é possível concluir que:

- O ES e o SS apresentam um bom desempenho geral para todos os parâmetros nas duas escalas, VC e VM.
- Ambos os aparelhos demonstram melhor sensibilidade e especificidade para a escala VM.
- Embora os aparelhos apresentem valores de exatidão e precisão distintos, estas diferenças não são significativas.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berns, Roy S., Fred W. Billmeyer, Max. Saltzman, and Fred W. Billmeyer. 2000. *Billmeyer and Saltzman's Principles of Color Technology*. Wiley.
- Berns, Roy S., and D. Mark Reiman. 2002. "Color Managing the Third Edition of Billmeyer and Saltzman's Principles of Color Technology." *Color Research and Application* 27 (5): 360–73. doi:10.1002/col.10083.
- Birren, Faber, and T. M. Cleland. 1969. *A Grammar of Color: A Basic Treatise on the Color System of Albert H. Munsell*. New York: Van Nostrand Reinhold Co.
- Brien, W J O, C L Groh, and K M Boenke. 1990. "A New , Small-Color-Difference Equation for Dental Shades," no. V: 1762–64.
- Browning, WILLIAM D. 2003. "Use of Shade Guides for Color Measurement in Tooth-Bleaching Studies." *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 15: S13–20. doi:10.1111/j.1708-8240.2003.tb00314.x.
- Chu, Stephen J., Richard D. Trushkowsky, and Rade D. Paravina. 2010. "Dental Color Matching Instruments and Systems. Review of Clinical and Research Aspects." *Journal of Dentistry* 38 (SUPPL. 2): 2–16. doi:10.1016/j.jdent.2010.07.001.
- Della Bona, Alvaro, Allyson A. Barrett, Vinicius Rosa, and Caroline Pinzetta. 2009. "Visual and Instrumental Agreement in Dental Shade Selection: Three Distinct Observer Populations and Shade Matching Protocols." *Dental Materials* 25 (2): 276–81. doi:10.1016/j.dental.2008.09.006.
- Douglas, R. Duane. 1997. "Precision of in Vivo Colorimetric Assessments of Teeth." *Journal of Prosthetic Dentistry* 77 (5): 464–70. doi:10.1016/S0022-3913(97)70137-9.
- Dozic et al. 2007. "Performance of Five Commercially Available." *Journal of Prosthodontics* 16 (2): 93–100. doi:10.1111/j.1532-849X.2006.00163.x.
- Gómez-Polo, Cristina, Miguel Gómez-Polo, Juan Antonio Martínez Vázquez De Parga, and Alicia Celemín-Viñuela. 2014. "Study of Natural Teeth Color according to Toothguide 3d Master through Cluster Analysis." *Color Research & Application* 41 (1): 101–7. doi:10.1002/col.21939.
- Goodkind, Richard J., and William B. Schwabacher. 1987. "Use of a Fiber-Optic Colorimeter for in Vivo Color Measurements of 2830 Anterior Teeth." *The Journal of Prosthetic Dentistry* 58 (5): 535–42. doi:10.1016/0022-3913(87)90380-5.

- Gulrajani, M. L. 2010. *Colour Measurement Principles, Advances and Industrial Applications*. Woodhead Pub.
- Gürel. 2003. *The Science and Art of Porcelain Laminate Venners*. Chicago: Quintessence.
- Ishikawa-Nagai, Shigemi, Aki Yoshida, John D. Da Silva, and Lloyd Miller. 2010. "Spectrophotometric Analysis of Tooth Color Reproduction on Anterior All-Ceramic Crowns: Part 1: Analysis and Interpretation of Tooth Color." *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 22 (1): 42–52. doi:10.1111/j.1708-8240.2009.00311.x.
- Joiner, Andrew. 2004. "Tooth Colour: A Review of the Literature." *Journal of Dentistry* 32 (SUPPL.): 3–12. doi:10.1016/j.jdent.2003.10.013.
- Joiner, Andrew, Ian Hopkinson, Yan Deng, and Stephen Westland. 2008. "A Review of Tooth Colour and Whiteness." *Journal of Dentistry* 36 (SUPPL. 1): 2–7. doi:10.1016/j.jdent.2007.09.011.
- Khashayar, G, a Dozic, Cj Kleverlaan, and Aj Feilzer. 2012. "Data Comparison Between Two Dental Spectrophotometers." *Operative Dentistry* 37 (1): 12–20. doi:10.2341/11-161-C.
- Kim-Pusateri, Seungye, Jane D. Brewer, Elaine L. Davis, and Alvin G. Wee. 2009. "Reliability and Accuracy of Four Dental Shade-Matching Devices." *Journal of Prosthetic Dentistry* 101 (3). The Editorial Council of the Journal of Prosthetic Dentistry: 193–99. doi:10.1016/S0022-3913(09)60028-7.
- Kim-Pusateri, Seungye, Jane D. Brewer, Robert G. Dunford, and Alvin G. Wee. 2007. "In Vitro Model to Evaluate Reliability and Accuracy of a Dental Shade-Matching Instrument." *Journal of Prosthetic Dentistry* 98 (5): 353–58. doi:10.1016/S0022-3913(07)60119-X.
- King, Kenneth A., and Waldemar G. Derijk. 2007. "Variations of L*a*b* Values among Vitapan?? Classical Shade Guides: Basic Science Research." *Journal of Prosthodontics* 16 (5): 352–56. doi:10.1111/j.1532-849X.2007.00207.x.
- Kuehni, Rolf G., and Robert T. Marcus. 1979. "An Experiment in Visual Scaling of Small Color Differences*." *Color Research & Application* 4 (2). Blackwell Publishing Ltd: 83–91. doi:10.1111/J.1520-6378.1979.TB00094.X.
- Lagouvardos, Panagiotis E, Panagiotis E Lagouvardos, Aggeliki G Fougia, Aggeliki G Fougia, Sofia a Diamantopoulou, Sofia a Diamantopoulou, Gregory L Polyzois, and Gregory L Polyzois. 2009. "Repeatability and Interdevice Reliability of Two

- Portable Color Selection Devices in Matching and Measuring Tooth Color.” *The Journal of Prosthetic Dentistry* 101 (1). The Editorial Council of the Journal of Prosthetic Dentistry: 40–45. doi:10.1016/S0022-3913(08)60289-9.
- Lalkhen, Abdul Ghaaliq, and Anthony McCluskey. 2008. “Clinical Tests: Sensitivity and Specificity.” *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care and Pain* 8 (6): 221–23. doi:10.1093/bjaceaccp/mkn041.
- Lalkhen, Abdul Ghaaliq, and Anthony McCluskey. 2008. “Clinical Tests: Sensitivity and Specificity.” *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain* 8 (6). Oxford University Press: 221–23. doi:10.1093/bjaceaccp/mkn041.
- Marcucci, Bruce. 2001. “Using Tooth and Color Guides Together.” *Journal of Prosthetic Dentistry* 86 (3): 322–23. doi:10.1067/mp.2001.117446.
- McHugh, Mary L. 2012. “Interrater Reliability: The Kappa Statistic.” *Biochemia Medica* 22 (3). Croatian Society for Medical Biochemistry and Laboratory Medicine: 276–82. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23092060>.
- Moscardó, Agustín Pascual; Alemany, Isabel Camps. 2006. “Chromatic Appreciation in the Clinic and the Laboratory.” *Medicina Oral, Patología Oral Y Cirugía Bucal*. 11 (4): 363–68.
- Odaira, Chikayuki, Sozo Itoh, and Kanji Ishibashi. 2011. “Clinical Evaluation of a Dental Color Analysis System: The Crystaleye Spectrophotometer??” *Journal of Prosthodontic Research* 55 (4). Japan Prosthodontic Society: 199–205. doi:10.1016/j.jpor.2010.12.005.
- Okubo, Scott R, Ali Kanawati, Mark W Richards, and Steve Childress. 1998. “Evaluation of Visual and Instrument Shade Matching.” *The Journal of Prosthetic Dentistry* 80 (6): 642–48. doi:10.1016/S0022-3913(98)70049-6.
- Paravina, RD; Powers, JM. 2004. “Esthetic Color Training in Dentistry.”
- Paravina, R. D., G. Majkic, F. H. Imai, and J. M. Powers. 2007. “Optimization of Tooth Color and Shade Guide Design.” *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 21 (3): 205–8. doi:10.1111/j.1708-8240.2009.00255.x.
- Paravina, Rade D, John M Powers, and Rose-Marie Fay. 2009. “Color Comparison of Two Shade Guides.” *The International Journal of Prosthodontics* 15 (1): 73–78.
- Paravina, Rade D. 2009. “Performance Assessment of Dental Shade Guides.” *Journal of Dentistry* 37 (SUPPL. 1): 15–20. doi:10.1016/j.jdent.2009.02.005.
- Park, Ji Hoon, Yong Keun Lee, and Bum Soon Lim. 2006. “Influence of Illuminants on the Color Distribution of Shade Guides.” *Journal of Prosthetic Dentistry* 96 (6):

- 402–11. doi:10.1016/j.prosdent.2006.10.007.
- Paul, S, a Peter, N Pietrobon, and C H F Hämmerle. 2002. “Visual and Spectrophotometric Shade Analysis of Human Teeth.” *Journal of Dental Research* 81 (8): 578–82. doi:10.1177/154405910208100815.
- Preston, J D. 1985. “Current Status of Shade Selection and Color Matching.” *Quintessence International (Berlin, Germany : 1985)* 16 (1): 47–58.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3883392>.
- Ruyter, IE; Nilner, K; Moller, B. 1987. “Color Stability of Dental Composite Resin Materials for Crown and Bridge Veneers.”
- Ruyter, I E, K Nilner, and B Moller. 1987. “Color Stability of Dental Composite Resin Materials for Crown and Bridge Veneers.” *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials* 3 (5): 246–51. doi:10.1016/S0109-5641(87)80081-7.
- Seghi, R.R., W.M. Johnston, and W.J. O’Brien. 1989. “Performance Assessment of Colorimetric Devices on Dental Porcelains.” *Journal of Dental Research* 68 (12): 1755–59. doi:10.1177/00220345890680120701.
- Sikri, VK. 2010. “Color: Implications in Dentistry.” *Journal of Conservative Dentistry : JCD* 13 (4): 249–55. doi:10.4103/0972-0707.73381.
- Sproull, Robert C. 2001. “Color Matching in Dentistry. Part I. The Three-Dimensional Nature of Color.” *Journal of Prosthetic Dentistry* 86 (5): 453–57.
doi:10.1067/mpr.2001.119827.
- van der Burgt, T. P., J. J. ten Bosch, P. C F Borsboom, and W. J P M Kortsmit. 1990. “A Comparison of New and Conventional Methods for Quantification of Tooth Color.” *The Journal of Prosthetic Dentistry* 63 (2): 155–62. doi:10.1016/0022-3913(90)90099-X.
- Yuan, Judy Chia Chun, Jane D. Brewer, Edward A. Monaco, and Elaine L. Davis. 2007. “Defining a Natural Tooth Color Space Based on a 3-Dimensional Shade System.” *Journal of Prosthetic Dentistry* 98 (2): 110–19. doi:10.1016/S0022-3913(07)60044-4.

ANEXOS

ANEXO I – FOTOGRAFIAS



Figura A – VITA Easyshade.



Figura B – Spectroshade Micro.



Figura C – Guias de cor colocadas na matriz gengival Shofu Gummy.

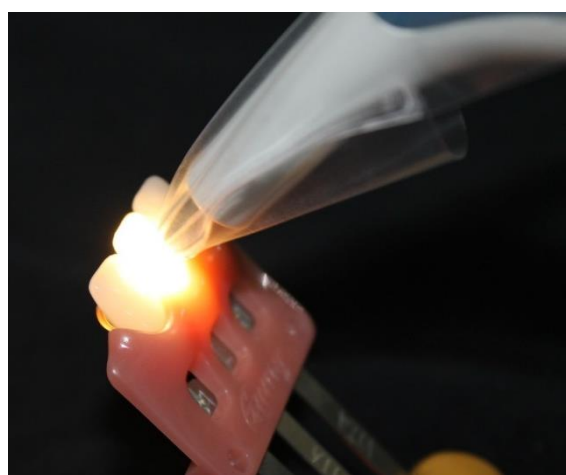


Figura D – Ponta da sonda ótica do Easyshade colocada no terço médio da superfície da guia de cor.